

Решения практического тура

1. (3 балла) 6 – a, 2 – b, 3 – c, 5 – d, 9 – e, 8 – f, 4 – g, 7 – h, 1 – i.

2. (всего 5 баллов)

а) Для того, чтобы найти расстояние до людей, необходимо знать их угловые размеры. Очевидно, что масштаб изображения можно определить по Луне. Оценим ее угловой диаметр (1 балл):

$$d = 2 \arcsin \frac{R_{\text{Л}}}{a_{\text{Л}}} = 0.52^\circ.$$

Луна на фото слегка сплюснута из-за рефракции, поэтому данному значению будет соответствовать горизонтальный, а не вертикальный диаметр лунного диска. Измерив высоту нескольких человеческих силуэтов на фото, получаем в среднем угловые размеры человека 0.044° . Тогда расстояние до людей составит (1 балл)

$$r = \frac{1.70 \text{ м}}{\sin 0.044^\circ} \approx 2.2 \text{ км.}$$

б) Нетрудно показать, что при наблюдении из центра объектива телескопа угловые размеры предмета и изображения будут одинаковыми. Отсюда можно получить выражение для линейных размеров изображения в фокальной плоскости:

$$l = 2F \operatorname{tg} \frac{\rho}{2},$$

где ρ – угловые размеры объекта. Определим, к примеру, угловое поле зрения снимка по горизонтали. Для этого снова воспользуемся масштабом, выведенным из размеров Луны, получив 1.1° . С другой стороны, мы знаем, что этому углу на матрице соответствует $l = 36 \text{ мм}$. Тогда из последней формулы следует $F \approx 1.8 \text{ м}$. (2 балла)

Следует заметить, что на самом деле Луна на фото не полная – после полнолуния прошли примерно сутки. Этот факт, а также погрешности при измерениях приводит к тому, что ответы участников могут несколько отличаться от авторских.

с) Судя по расположению известных кратеров и морей на Луне, Южный полюс Луны расположен почти в самом верху лунного диска. Такой “переворот” лунного диска возможен только при наблюдении из южного полушария. (1 балл)

3. (всего 7 баллов)

а) На фото изображена известная планетарная туманность Кольцо в созвездии Лиры. Номер по каталогу Мессье – M57. (2 балла за полный ответ)

б) Ясно, что подобные измерения будут иметь достаточно большую погрешность. Автором были получены угловые внутренний и внешний радиусы $\rho_{\text{in}} = 20''$ и $\rho_{\text{out}} = 36''$, соответственно. По формуле $R = r \sin \rho$ получаем значения линейных радиусов $R_{\text{in}} = 0.068 \text{ пк}$ и $R_{\text{out}} = 0.12 \text{ пк}$. (2 балла)

с) $t = R_{\text{out}}/v \approx 6000 \text{ лет}$. (1 балл) В источниках, как правило, можно встретить оценки от 5500 до 7000 лет.

д) Для определения массы туманности, которая представляет собой фактически шаровой слой, умножим ее объем на плотность (1 балл):

$$M = \frac{4}{3} \pi (R_{\text{out}}^3 - R_{\text{in}}^3) \rho = 3 \cdot 10^{28} \text{ кг} = 0.015 M_{\odot}.$$

е) Из условия следует, что за 6000 лет в Галактике образуются около 700 планетарных туманностей. Умножая их количество на массу одной туманности, получаем порядка 10 масс Солнца за 6000 лет или 0.0017 солнечных масс в год. Очевидно, что столь малое количество выбрасываемого в межзвездную среду вещества никак не может быть главным стимулятором процесса звездообразования. (1 балл)